

Фазовые переходы и неоднородные состояния в двумерных решетках локальных бозонов

Ясинская Дарья Николаевна

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина

Панов Юрий Демьянович, к.ф.-м.н.

daryaset@yandex.ru

Различные модели локальных (hard-core) решеточных бозонов широко используются для описания необычных фазовых состояний, такие как сверхтекучее твердое тело (supersolid, SS), допускающих сосуществование одновременно параметров «диагонального» и «недиагонального» порядка, а также необычных фазовых переходов типа «диэлектрик-сверхпроводник». Эти модели были предложены для объяснения сверхтекучести ^4He , но в настоящее время широко используются для описания свойств разнообразных физических систем, от квантовых магнетиков во внешнем поле, высокотемпературных сверхпроводников, ультрахолодных атомов в оптических решетках, до экситонов в нанотрубках. Условия для существования SS фазы, ее устойчивость к фазовому разделению на области сверхтекучей жидкости (superfluid, SF) и зарядово-упорядоченной фаз (charge-ordered, CO), были и остаются предметом дискуссии и многочисленных теоретических и экспериментальных исследований. Эквивалентность гамильтониана системы локальных бозонов гамильтониану анизотропного квантового магнетика с постоянной намагниченностью позволяет при теоретическом описании основного состояния и возбуждений в этих системах использовать как методы квантовой теории магнетизма, так и различные квазиклассические методы, включая и континуальное приближение. Хорошо известно, что континуальное квазиклассическое описание двумерных спиновых систем позволяет выявить и исследовать особый класс возбуждений, а именно, коллективные локализованные неоднородные состояния с нетривиальной топологией, имеющие конечную энергию возбуждения. К ним относятся топологические солитоны, «магнанные капли», внутри- и внеплоскостные пары вихрь-антивихрь, различные спиральные и узельные решения.

В данной работе представлен обзор результатов молекулярно-полевого анализа фазовой диаграммы двумерной системы локальных бозонов, а также результатов компьютерного моделирования фазовых состояний, фазовых переходов, и метастабильных неоднородных топологических структур, возникающих в процессе переходов. Особенностью программы, использованной в данной работе, является реализация высокопроизводительных параллельных вычислений на графических картах NVIDIA и интерактивная визуализация актуальных состояний системы, что позволяет наблюдать релаксацию системы к основному состоянию в процессе расчета [1,2]. Минимизация функционала энергии для квадратной решетки 256×256 с периодическими граничными условиями проводилась методом сопряженных градиентов. Рассмотрено формирование основного состояния при понижении температуры и его эволюция при изменении концентрации локальных бозонов для различного соотношения между кинетической и потенциальной энергиями бозонов.

Работа выполнена при поддержке Министерства Образования и Науки РФ, проект № 2277..

Список публикаций:

[1] Yu.D. Panov, A.S. Moskvina, F.N. Rybakov, A.B. Borisov, *Journal of Low Temperature Physics*, 185, 488 (2016)

[2] A.S. Moskvina, Yu.D. Panov, F.N. Rybakov, A.B. Borisov, *Journal of Superconductivity and Novel Magnetism*, 30, 43 (2017)